

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月12日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-204692

[ST.10/C]:

[JP2002-204692]

出 願 人

Applicant(s):

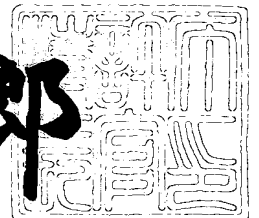
トヨタ自動車株式会社

75N01-3291 (F)

2003年 4月25日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3029946

【書類名】 特許願

【整理番号】 1015049

【提出日】 平成14年 7月12日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 F01N 3/02
F01N 3/08

【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

【請求項の数】 8

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 中谷 好一郎

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 広田 信也

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 利岡 俊祐

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077517

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 敬

【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】

【識別番号】 100092624

【弁理士】

【氏名又は名称】 鶴田 準一

【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9709208

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関の燃焼室から排出される排気ガスを浄化するための排気浄化装置において、第 1 の排気枝通路と第 2 の排気枝通路とに分岐した後にこれら第 1 の排気枝通路と第 2 の排気枝通路とが下流側において共通の排気通路へと合流するようになっている排気通路と、第 1 の排気枝通路内に配置される NO_x 触媒と、第 2 の排気枝通路に配置される NO_x 触媒と、排気枝通路の合流部下流の共通の排気通路内に配置されるパティキュレートフィルタと、第 1 の排気枝通路内を流れる排気ガスの量と第 2 の排気枝通路内を流れる排気ガスの量とを調整するための流量調整弁とを具備し、 NO_x 触媒がそこに流入する排気ガスの空燃比がリーンであるときには排気ガス中の NO_x を保持し、そこに流入する排気ガスの空燃比がリッチとなると保持している NO_x を還元剤によって還元浄化し、パティキュレートフィルタが排気ガス中の微粒子を捕集し且つ捕集された微粒子を酸化除去することを特徴とする排気浄化装置。

【請求項 2】 パティキュレートフィルタの温度を上昇させることが要求されたときに、一方の排気枝通路からリッチ空燃比の排気ガスを流出させると共に、他方の排気枝通路からリーン空燃比の排気ガスを流出させるようにしたことを特徴とする請求項 1 に記載の排気浄化装置。

【請求項 3】 パティキュレートフィルタの温度を上昇させることが要求されたときに NO_x 触媒にリッチ空燃比の排気ガスを流入させることによって排気枝通路からリッチ空燃比の排気ガスを流出させるようにしたことを特徴とする請求項 2 に記載の排気浄化装置。

【請求項 4】 リッチ空燃比の排気ガスとリーン空燃比の排気ガスとを各排気枝通路から交互に流出させるようにしたことを特徴とする請求項 3 に記載の排気浄化装置。

【請求項 5】 リッチ空燃比の排気ガスとリーン空燃比の排気ガスとを予め定められた時間間隔でもって交互に各排気枝通路から流出させるようにしたことを特徴とする請求項 4 に記載の排気浄化装置。

【請求項 6】 リッチ空燃比の排気ガスを NO_x 触媒に流入させることによって排気枝通路からリッチ空燃比の排気ガスを流出させ、リーン空燃比の排気ガスを NO_x 触媒に流入させることによって排気枝通路からリーン空燃比の排気ガスを流出させるようにされており、各 NO_x 触媒の温度が予め定められた温度以下に維持されるように各排気枝通路からリーン空燃比の排気ガスとリーン空燃比の排気ガスとを交互に流出させるようにしたことを特徴とする請求項 4 に記載の排気浄化装置。

【請求項 7】 パティキュレートフィルタの温度が予め定められた温度以下に維持されるように各排気流通路から流出せしめられるリッチ空燃比の排気ガスの量とリーン空燃比の排気ガスの量との割合を調整するようにしたことを特徴とする請求項 2 に記載の排気浄化装置。

【請求項 8】 少なくとも一方の NO_x 触媒上流側の排気枝通路に燃料噴射手段が取り付けられており、パティキュレートフィルタの温度を上昇させることが要求されたときに、各 NO_x 触媒から流出する排気ガスの空燃比を燃焼室から排出される排気ガスの空燃比と燃料噴射手段からの燃料噴射量と流量調整弁の開度とを制御することによって調整するようにしたことを特徴とする請求項 2 に記載の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は内燃機関の排気浄化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

内燃機関の燃焼室から排出される排気ガスを浄化するための排気浄化装置が知られている。例えば、特開平 6 - 1 5 9 0 3 7 号公報には、排気ガス中の微粒子を捕集し且つ捕集した微粒子を燃焼除去するためのパティキュレートフィルタが開示されている。このパティキュレートフィルタには、そこに捕集された微粒子の燃焼を促進するために NO_x 吸収剤が担持されている。すなわち、ここでの NO_x 吸収剤は周囲の雰囲気ガスが酸化雰囲気にあるときには排気ガス中の窒素酸化物

(NO_x) を吸収し、周囲の雰囲気気還元雰囲気気になると吸収していた NO_x を放出して還元剤によって還元浄化する。

【 0 0 0 3 】

そして、このように NO_x が還元剤によって還元浄化されるときには反応熱が発生し、結果的に、この反応熱によってパティキュレートフィルタの温度が上昇せしめられる。一般的に、パティキュレートフィルタの温度が高いほどそこに捕集されている微粒子は着火しやすくなる。すなわち、上記公報に記載の排気浄化装置では、パティキュレートフィルタに捕集された微粒子の燃焼が NO_x 吸収剤によって促進されている。このように、従来の排気浄化装置では、その浄化率を高める様々な工夫がなされている。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、排気浄化装置には、排気ガス中のできるだけ多くの種類の成分を高い浄化率でもって浄化することが求められる。本発明の目的は、内燃機関の燃焼室から排出される排気ガス中のできるだけ多くの種類の成分を高い浄化率でもって浄化することができる排気ガスを提供することにある。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、1 番目の発明では、内燃機関の燃焼室から排出される排気ガスを浄化するための排気浄化装置において、第 1 の排気枝通路と第 2 の排気枝通路とに分岐した後にこれら第 1 の排気枝通路と第 2 の排気枝通路とが下流側において共通の排気通路へと合流するようになっている排気通路と、第 1 の排気枝通路内に配置される NO_x 触媒と、第 2 の排気枝通路に配置される NO_x 触媒と、排気枝通路の合流部下流の共通の排気通路内に配置されるパティキュレートフィルタと、第 1 の排気枝通路内を流れる排気ガスの量と第 2 の排気枝通路内を流れる排気ガスの量とを調整するための流量調整弁とを具備し、 NO_x 触媒がそこに流入する排気ガスの空燃比がリーンであるときには排気ガス中の NO_x を保持し、そこに流入する排気ガスの空燃比がリッチとなると保持している NO_x を還元剤によって還元浄化し、パティキュレートフィルタが排気ガス中の微粒

子を捕集し且つ捕集された微粒子を酸化除去する。ここで、排気枝通路、および、流量調整弁は、後述する実施形態において、それぞれ、排気枝管、および、切換弁に相当する。

【 0 0 0 6 】

2 番目の発明では、1 番目の発明において、パティキュレートフィルタの温度を上昇させることが要求されたときに、一方の排気枝通路からリッチ空燃比の排気ガスを流出させると共に、他方の排気枝通路からリーン空燃比の排気ガスを流出させるようにした。

【 0 0 0 7 】

3 番目の発明では、2 番目の発明において、パティキュレートフィルタの温度を上昇させることが要求されたときに NO_x 触媒にリッチ空燃比の排気ガスを流入させることによって排気枝通路からリッチ空燃比の排気ガスを流出させるようにした。

【 0 0 0 8 】

4 番目の発明では、3 番目の発明において、リッチ空燃比の排気ガスとリーン空燃比の排気ガスとを各排気枝通路から交互に流出させるようにした。

【 0 0 0 9 】

5 番目の発明では、4 番目の発明において、リッチ空燃比の排気ガスとリーン空燃比の排気ガスとを予め定められた時間間隔でもって交互に各排気枝通路から流出させるようにした。

【 0 0 1 0 】

6 番目の発明では、4 番目の発明において、リッチ空燃比の排気ガスを NO_x 触媒に流入させることによって排気枝通路からリッチ空燃比の排気ガスを流出させ、リーン空燃比の排気ガスを NO_x 触媒に流入させることによって排気枝通路からリーン空燃比の排気ガスを流出させるようにされており、各 NO_x 触媒の温度が予め定められた温度以下に維持されるように各排気枝通路からリーン空燃比の排気ガスとリーン空燃比の排気ガスとを交互に流出させるようにした。

【 0 0 1 1 】

7 番目の発明では、2 番目の発明において、パティキュレートフィルタの温度

が予め定められた温度以下に維持されるように各排気流通路から流出せしめられるリッチ空燃比の排気ガスの量とリーン空燃比の排気ガスの量との割合を調整するようにした。

【 0 0 1 2 】

8 番目の発明では、2 番目の発明において、少なくとも一方の NO_x 触媒上流側の排気枝通路に燃料噴射手段が取り付けられており、パティキュレートフィルタの温度を上昇させることが要求されたときに、各 NO_x 触媒から流出する排気ガスの空燃比を燃焼室から排出される排気ガスの空燃比と燃料噴射手段からの燃料噴射量と流量調整弁の開度とを制御することによって調整するようにした。ここで、燃料噴射手段は、後述する実施形態において、燃料添加装置に相当する。

【 0 0 1 3 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明を説明する。図 1 は本発明の排気浄化装置を備えた内燃機関の全体図である。この内燃機関は圧縮着火式の内燃機関である。図 1 において、1 は機関本体、2 は燃焼室、3 は燃料噴射弁、4 は吸気マニホルド、5 は排気マニホルドである。燃料噴射弁 3 は燃料を一時的に溜めておく共通のリザーバ（いわゆる、コモンレール）6 に接続されている。また、吸気マニホルド 4 は吸気管 7 を介して排気ターボチャージャ 8 のコンプレッサ 9 の出口部に接続されている。吸気管 7 内には、燃焼室 2 に吸入される空気の量を制御するためのスロットル弁 10 が配置されている。また、コンプレッサ 9 の入口部にも吸気管 11 が接続されている。この吸気管 11 には、燃焼室 2 に吸入される空気の量を計量するためのエアフローメータ 12 が取り付けられている。

【 0 0 1 4 】

排気マニホルド 5 と吸気マニホルド 4 とは燃焼室 2 から排出された排気ガスを再び燃焼室 2 に導入するための排気循環（EGR）通路 13 によって接続されている。EGR 通路 13 には、燃焼室 2 に導入される排気ガスの量を制御するための EGR 制御弁 14 が配置されている。また、EGR 制御弁 14 上流の EGR 通路 13 には、排気ガスを冷却するためのインタークーラ 15 が取り付けられている。

【 0 0 1 5 】

また、排気マニホールド 5 は排気管 1 6 を介して排気ターボチャージャ 8 のタービン 1 7 の入口部に接続されている。また、タービン 1 7 の出口部にも排気管 1 8 が接続されている。この排気管 1 8 は、下流側において、第 1 の排気枝管 1 9 a と第 2 の排気枝管 1 9 b とに分岐している。そして、これら排気枝管 1 9 a, 1 9 b は、さらに下流側において、共通の排気管（以下、共通排気管と称す） 2 0 へと合流する。

【 0 0 1 6 】

第 1 の排気枝管 1 9 a 内には、排気ガス中の窒素酸化物 (NO_x) を浄化するための第 1 の NO_x 触媒 2 1 a が配置されている。この NO_x 触媒 2 1 a はその内部が酸化雰囲気にあるときには排気ガス中の NO_x を吸収することによって、或いは、吸着させることによって保持する。すなわち、 NO_x 触媒 2 1 a は NO_x 保持機能を有する。一方、この NO_x 触媒 2 1 a は、その温度が NO_x 還元温度よりも高く且つその内部が還元雰囲気になると、保持している NO_x を還元剤によって還元浄化する。すなわち、 NO_x 触媒 2 1 a は NO_x 還元機能を有する。また、 NO_x 触媒 2 1 a は三元触媒機能をも有する。したがって、 NO_x 触媒 2 1 a はその内部が酸化雰囲気にあるときに、排気ガス中の一酸化炭素 (CO) および未燃炭化水素 (HC) を酸化浄化する。

【 0 0 1 7 】

また、第 1 の NO_x 触媒 2 1 a 上流の第 1 の排気枝管 1 9 a には、排気ガスに添加すべき燃料を噴射するための第 1 の燃料添加装置 2 2 a が取り付けられている。この燃料添加装置 2 2 a は、主に、第 1 の NO_x 触媒 2 1 a に燃料を供給し、或いは、後述するパティキュレートフィルタに燃料を供給するために用いられる。なお、この燃料添加装置の代わりにリッチ空燃比の排気ガスを放出することができるリッチガス供給装置を採用してもよい。

【 0 0 1 8 】

さらに、第 1 の燃料添加装置 2 2 a と第 1 の NO_x 触媒 2 1 a との間の第 1 の排気枝管 1 9 a には、排気ガスの空燃比を検出するための第 1 の空燃比センサ 2 3 a が取り付けられている。この第 1 の空燃比センサ 2 3 a は、主に、第 1 の NO_x

NO_x 触媒 2 1 a から流出する排気ガスの空燃比を目標空燃比に制御するために用いられる。なお、ここで言う排気ガスの空燃比とは、燃料噴射弁 3 から燃焼室 2 内に噴射された燃料の量を Q とし、第 1 の燃料添加装置 2 2 a から噴射された燃料の量を Q_1 とし、燃焼室 2 内に吸入された空気の量を G_a とし、そのうち第 1 の排気枝管 1 9 a に流入する空気の量を G_{a1} としたときに、 $G_{a1} / (Q \times G_{a1} / G_a + Q_1)$ の式で算出される燃料と空気との比である。

【 0 0 1 9 】

また、第 1 の NO_x 触媒 2 1 a には、その温度を検出するための第 1 の温度センサ 2 4 a が取り付けられている。この温度センサ 2 4 a によって検出される温度は、主に、第 1 の NO_x 触媒 2 1 a の温度をその許容上限温度以下に抑制するときのパラメータとして用いられる。

【 0 0 2 0 】

また、第 1 の NO_x 触媒 2 1 a 下流の第 1 の排気枝管 1 9 a 内には、そこを通る排気ガスの流量を制御するための第 1 の切換弁 2 5 a が配置されている。この切換弁 2 5 a の開度が大きくされると第 1 の NO_x 触媒 2 1 a を通過する排気ガスの流量が多くなり、逆に、切換弁 2 5 a の開度が小さくされると第 1 の NO_x 触媒 2 1 a を通過する排気ガスの流量が少なくなる。

【 0 0 2 1 】

一方、第 2 の排気枝管 1 9 b 内には、排気ガス中の NO_x を浄化するための第 2 の NO_x 触媒 2 1 b が配置されている。この NO_x 触媒 2 1 b は第 1 の NO_x 触媒 2 1 a の機能と同じ機能を有する。また、第 2 の NO_x 触媒 2 1 b 上流の第 2 の排気枝管 1 9 b には、排気ガスに添加すべき燃料を噴射するための第 2 の燃料添加装置 2 2 b が取り付けられている。この燃料添加装置 2 2 b は第 1 の燃料添加装置 2 2 a の機能と同じ機能を有する。また、この燃料添加装置の代わりにリッチ空燃比の排気ガスを放出することができるリッチガス供給装置を採用してもよい。

【 0 0 2 2 】

さらに、第 2 の燃料添加装置 2 2 b と第 2 の NO_x 触媒 2 1 b との間の第 2 の排気枝管 1 9 b には、排気ガスの空燃比を検出するための第 2 の空燃比センサ 2

3 b が取り付けられている。この空燃比センサ 2 3 b は第 1 の空燃比センサ 2 3 a の機能と同じ機能を有する。なお、ここで言う排気ガスの空燃比とは、燃料噴射弁 3 から燃焼室 2 内に噴射された燃料の量を Q とし、第 2 の燃料添加装置 2 2 b から噴射された燃料の量を Q_2 とし、燃焼室 2 内に吸入された空気の量を G_a とし、そのうち第 2 の排気枝管 1 9 b に流入する空気の量を G_{a2} としたときに、 $G_{a2} / (Q \times G_{a2} / G_a + Q_1)$ の式で算出される燃料と空気との比である。

【 0 0 2 3 】

また、第 2 の NO_x 触媒 2 1 b には、その温度を検出するための第 2 の温度センサ 2 4 b が取り付けられている。この温度センサ 2 4 b は第 1 の温度センサ 2 4 a の機能と同じ機能を有する。また、第 2 の NO_x 触媒 2 1 b 下流の第 2 の排気枝管 1 9 b 内には、そこを通る排気ガスの量を制御するための第 2 の切換弁 2 5 b が配置されている。この切換弁 2 5 b は第 1 の切換弁 2 5 a の機能と同じ機能を有する。

【 0 0 2 4 】

第 1 の切換弁 2 5 a の開度および第 2 の切換弁 2 5 b の開度は共通のアクチュエータ 2 6 によって制御される。本発明では、一方の切換弁の開度が大きくされるとその分だけ他方の切換弁の開度が小さくされる。

【 0 0 2 5 】

ところで、 NO_x 触媒はその内部雰囲気酸化雰囲気にあるとき、すなわち、そこに流入する排気ガスの空燃比がリーンであるには、排気ガス中の SO_x を保持してしまう。すなわち、 NO_x 触媒は SO_x 保持機能を有する。 NO_x 触媒が SO_x を保持していると、その分だけ、 NO_x 触媒が保持可能な NO_x の量が少なくなってしまう。一方、 NO_x 触媒は、その温度が上記 NO_x 還元温度よりも高い温度（以下、S 放出温度と称す）よりも高く且つその内部が還元雰囲気になると、保持している SO_x を放出する。したがって、 NO_x 触媒の温度を S 放出温度にまで上昇させ且つ NO_x 触媒に流入する排気ガスの空燃比をリッチ（または僅かばかりリッチ）または理論空燃比とすれば、 NO_x 触媒から SO_x を放出させることができる。

【 0 0 2 6 】

本発明では、 NO_x 触媒に保持されている SO_x の量が許容上限値に達したときに、 NO_x 触媒の温度を S 放出温度にまで上昇させ且つ NO_x 触媒にリッチ空燃比の排気ガス（以下、リッチガスと称す）を供給し、 NO_x 触媒から SO_x を放出させるようにしている。

【 0 0 2 7 】

なお、本発明では、この NO_x 触媒の代わりに、流入する排気ガスの空燃比がリーンであるときには排気ガス中の硫黄酸化物（ SO_x ）を吸収することによって、或いは、吸着させることによって捕集することができ且つその温度が S 放出温度よりも高く且つその内部が還元雰囲気になると保持している SO_x を放出する S トラップ材を採用してもよい。

【 0 0 2 8 】

ところで、共通排気管 2 0 内には、排気ガス中の微粒子を捕集することができるパティキュレートフィルタ（以下、単に、フィルタと称す）2 7 が配置されている。また、フィルタ 2 7 上流の共通排気管 2 0 には排気ガスの圧力を検出するための圧力センサ 2 8 が取り付けられている。フィルタ 2 7 では、その温度が或る温度（以下、微粒子燃焼温度と称す）よりも高く且つその内部が酸化雰囲気にあると捕集されている微粒子が燃焼除去される。したがって、フィルタ 2 7 の温度を微粒子燃焼温度にまで上昇させ且つフィルタ 2 7 に流入する排気ガスの平均空燃比をリーンとすれば、フィルタ 2 7 に捕集されている微粒子を燃焼除去することができる。

【 0 0 2 9 】

本発明では、フィルタ 2 7 に捕集されている微粒子の量が許容上限値に達したときに、フィルタ 2 7 の温度を微粒子燃焼温度にまで上昇させ且つフィルタ 2 7 にリーン空燃比の排気ガス（以下、リーンガスと称す）を供給し、フィルタ 2 7 から微粒子を燃焼除去するようにしている。

【 0 0 3 0 】

なお、ここで言う排気ガスの空燃比とは、燃料噴射弁 3 から燃焼室 2 内に噴射された燃料の量と各燃料添加装置から噴射された燃料の量との総量に対する燃焼

室 2 内に吸入された空気の量の比である。

【 0 0 3 1 】

なお、上述したフィルタの代わりに、排気ガス中の微粒子を捕集し、その温度が上記微粒子燃焼温度よりも低い温度（以下、微粒子酸化除去温度と称す）よりも高く且つその内部が酸化雰囲気にあると捕集した微粒子を一気に酸化除去する酸化機能を有するフィルタを採用してもよい。この場合、フィルタ温度を微粒子酸化除去温度にまで上昇させ且つフィルタに流入する排気ガスの平均空燃比をリーンとすると、フィルタに捕集されている微粒子は一気に酸化除去されることとなる。

【 0 0 3 2 】

もちろん、このフィルタにおいても、その温度が微粒子燃焼温度にまで上昇せしめられ且つフィルタに流入する排気ガスの平均空燃比がリーンとされると、捕集されている微粒子は燃焼除去される。

【 0 0 3 3 】

また、上述したフィルタの代わりに、排気ガス中の微粒子を捕集し、その温度が上記微粒子酸化除去温度よりも低い温度（以下、微粒子連続酸化温度と称す）よりも高く且つその内部が酸化雰囲気にあると捕集した微粒子を短時間のうちに連続的に酸化除去することができる連続酸化機能を有し、 NO_x 触媒と同様の NO_x 保持機能を有するフィルタであってもよい。この場合、その温度が微粒子連続酸化温度よりも高く且つその内部が酸化雰囲気になっていると、フィルタは微粒子を連続的に酸化除去するようになり、その温度が高くなるほどフィルタが単位時間当たりに酸化除去することができる微粒子の量（以下、微粒子酸化除去可能量と称す）が多くなり、その温度が低くなるほど微粒子酸化除去可能量が少なくなる。

【 0 0 3 4 】

したがって、フィルタの温度によっては、単位時間当たりに燃焼室 2 から排出される微粒子の量（以下、微粒子排出量と称す）がフィルタにて単位時間当たりに連続的に酸化除去することができる微粒子の量を超えてしまうことがある。この場合、フィルタに堆積している微粒子の量が増大し、その後、微粒子排出量が

微粒子酸化除去可能量よりも少なくなったとしても、フィルタにおける微粒子の酸化除去が進行しづらくなってしまう。

【 0 0 3 5 】

しかしながら、微粒子酸化除去可能量が排出微粒子量よりも少なくなったときには、微粒子酸化除去可能量が排出微粒子量よりも多くなるようにフィルタの温度を上昇させれば、フィルタ内に堆積している微粒子の量を或る一定量以下に維持しておくことができる。

【 0 0 3 6 】

もちろん、このフィルタにおいても、その温度が微粒子酸化除去温度にまで上昇せしめられ且つフィルタに流入する排気ガスの平均空燃比がリーンとされると、フィルタに捕集されている微粒子は一気に酸化除去される。したがって、フィルタに比較的多くの微粒子が堆積してしまい、これら微粒子を連続的に酸化除去しづらくなってしまったときに、フィルタ温度を微粒子酸化除去温度にまで上昇させ且つフィルタに流入する排気ガスの空燃比をリーンとすれば、これら堆積している微粒子を一気に酸化除去することができる。

【 0 0 3 7 】

また、このフィルタにおいても、その温度が微粒子燃焼温度にまで上昇せしめられ且つフィルタに流入する排気ガスの平均空燃比がリーンとされると、フィルタに捕集されている微粒子は燃焼除去される。

【 0 0 3 8 】

また、本発明では、上述したフィルタの代わりに、単に酸化機能を有する酸化触媒を採用してもよい。

【 0 0 3 9 】

図 2 (A) はフィルタの端面図であり、図 2 (B) はフィルタの縦断面図である。図 2 (A) および図 2 (B) に示したように、フィルタ 27 はハニカム構造をなす隔壁 54 を具備する。

【 0 0 4 0 】

これら隔壁 54 によって互いに平行をなして延びる複数個の排気流通路 50, 51 が形成される。これら排気流通路のうち略半数の排気流通路 50 がその下流

端開口を栓 5 2 で閉鎖されている。以下、これら排気流通路 5 0 を排気ガス流入通路と称す。一方、残りの半数の排気流通路 5 1 はその上流端開口を栓 5 3 で閉鎖されている。以下、これら排気流通路 5 1 を排気流出通路 5 1 と称す。排気ガス流入通路 5 0 には 4 つの排気ガス流出通路 5 1 が隣接する。一方、排気ガス流出通路 5 1 には 4 つの排気ガス流入通路 5 0 が隣接する。

【 0 0 4 1 】

排気ガスは排気ガス流入通路 5 0 に流入する。隔壁 5 4 はコーゼライトのような多孔質材料からなるので、図 2 (B) において矢印で示したように、排気ガス流入通路 5 0 内の排気ガスは、隔壁 5 4 の細孔を通して、隣接する排気ガス流出通路 5 1 内に流れ込む。

【 0 0 4 2 】

フィルタ 2 7 内には、隔壁 5 4 の両壁面上、および、隔壁 5 4 の細孔を画成する壁面上に全面に亘って、例えば、アルミナからなる担体層が形成され、この担体層上に、貴金属触媒と、活性酸素生成剤とが担持されている。

【 0 0 4 3 】

貴金属触媒としては、白金 (P t) が用いられる。一方、活性酸素生成剤としては、カリウム (K) 、ナトリウム (N a) 、リチウム (L i) 、セシウム (C s) 、ルビジウム (R b) のようなアルカリ金属、バリウム (B a) 、カルシウム (C a) 、ストロンチウム (S r) のようなアルカリ土類金属、ランタン (L a) 、イットリウム (Y) 、セリウム (C e) のような希土類、鉄 (F e) のような遷移金属、およびスズ (S n) のような炭素族元素から選ばれた少なくとも一つが用いられる。

【 0 0 4 4 】

活性酸素生成剤は、周囲に過剰な酸素が存在すると酸素を吸収によって保持し且つ周囲の酸素濃度が低下すると保持している酸素を活性酸素の形で解放することによって活性酸素を生成する。次に、活性酸素生成剤の活性酸素生成作用について、担体上に白金およびカリウムを担持させた場合を例にとって説明するが、他の貴金属、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類、遷移金属を用いても同様な活性酸素生成作用が行われる。

【 0 0 4 5 】

吸気通路 2 および内燃機関の燃焼室 2 内に供給された空気と燃料との比を排気ガスの空燃比と称すると、圧縮着火式内燃機関から排出される排気ガスの空燃比はリーンである。したがって、フィルタ 2 7 に流入する排気ガスは多量の過剰空気を含んでいる。また、圧縮着火式内燃機関の燃焼室 2 内では NO が発生する。したがって、排気ガス中には NO が含まれている。このため過剰酸素、および、NO を含んだ排気ガスがフィルタ 2 7 の排気ガス流入通路 5 0 内に流入することになる。

【 0 0 4 6 】

図 3 (A) および (B) は、隔壁 5 4 上に形成された担体層の表面の拡大図を模式的に表わしている。なお、図 3 (A) および (B) において、6 0 は白金の粒子を示し、6 1 はカリウムを含んでいる活性酸素生成剤を示している。

【 0 0 4 7 】

排気ガスがフィルタ 2 7 の排気ガス流入通路 5 0 内に流入すると、図 3 (A) に示したように、排気ガス中の酸素 (O_2) が O_2^- または O^{2-} の形で白金の表面に付着する。排気ガス中の NO はこれら O_2^- または O^{2-} と反応し、 NO_2 となる。斯くして生成された NO_2 の一部は、白金上で酸化されつつ活性酸素生成剤 6 1 内に吸収によって保持され、図 3 (A) に示したように、カリウム (K) と結合しながら硝酸イオン (NO_3^-) の形で活性酸素生成剤 6 1 内に拡散し、硝酸カリウム (KNO_3) を生成する。すなわち、排気ガス中の酸素が硝酸カリウム (KNO_3) の形で活性酸素生成剤 6 1 内に吸収によって保持される。

【 0 0 4 8 】

ここで、燃焼室 2 内においては主にカーボン (C) からなる微粒子が生成される。したがって、排気ガス中にはこれら微粒子が含まれている。排気ガス中に含まれているこれら微粒子は排気ガスが排気ガス流入通路 5 0 内を流れているとき、或いは、隔壁 5 4 の細孔内を通過するときに、図 3 (B) において 6 2 で示したように、活性酸素生成剤 6 1 の表面上に接触して付着する。

【 0 0 4 9 】

このように微粒子 6 2 が活性酸素生成剤 6 1 の表面上に付着すると、微粒子 6

2 と活性酸素生成剤 6 1 との接触面では酸素濃度が低下する。すなわち、活性酸素生成剤 6 1 の周囲の酸素濃度が低下する。酸素濃度が低下すると酸素濃度の高い活性酸素生成剤 6 1 内との間で濃度差が生じ、斯くして、活性酸素生成剤 6 1 内の酸素が微粒子 6 2 と活性酸素生成剤 6 1 との接触面に向けて移動しようとする。その結果、活性酸素生成剤 6 1 内に形成されている硝酸カリウム (KNO_3) がカリウム (K) と酸素 (O) と NO とに分解され、酸素 (O) が微粒子 6 2 と活性酸素生成剤 6 1 との接触面に向かい、その一方で、NO が活性酸素生成剤 6 1 から外部に放出される。

【 0 0 5 0 】

ここで、微粒子 6 2 と活性酸素生成剤 6 1 との接触面に向かう酸素は、硝酸カリウムといった化合物から分解された酸素であるので、不対電子を有し、したがって、極めて高い反応性を有する活性酸素となっている。こうして活性酸素生成剤 6 1 は活性酸素を生成する。なお、外部に放出された NO は下流側の白金上において酸化され、再び活性酸素生成剤 6 1 内に保持される。

【 0 0 5 1 】

活性酸素生成剤 6 1 によって生成される活性酸素はそこに付着した微粒子を酸化除去するために消費される。すなわち、フィルタ 2 7 に捕集された微粒子は活性酸素生成剤 6 1 によって生成される活性酸素によって酸化除去される。

【 0 0 5 2 】

このように本発明では、フィルタ 2 7 に捕集されている微粒子は、反応性の高い活性酸素によって、輝炎を発することなく酸化除去される。このように輝炎を発することのない酸化によって微粒子を除去すれば、フィルタ 2 7 の温度が過剰に高くなることがなく、したがって、フィルタ 2 7 が熱劣化することがない。

【 0 0 5 3 】

さらに、微粒子を酸化除去するために利用される活性酸素は反応性が高いので、フィルタ 2 7 の温度が比較的低くても、微粒子は酸化除去される。すなわち、圧縮点火式内燃機関から排出される排気ガスの温度が比較的低く、このため、フィルタ 2 7 の温度も比較的低いことが多いが、本発明によれば、フィルタ 2 7 の温度を上昇させるための特別な処理を実行しなくても、フィルタ 2 7 に捕集され

た微粒子は酸化除去され続ける。

【 0 0 5 4 】

なお、活性酸素生成剤 6 1 は周囲に過剰な酸素が存在すると NO_x を硝酸イオンの形で保持することによって結果的に酸素を保持する。すなわち、活性酸素生成剤 6 1 は周囲に過剰な酸素が存在すると NO_x を吸収によって保持する。一方、活性酸素生成剤 6 1 は周囲の酸素濃度が低下すると硝酸イオンの形で保持されている NO_x を解放することによって活性酸素を生成する。すなわち、活性酸素生成剤 6 1 は周囲の酸素濃度が低下すると NO_x を解放する。したがって、本発明の活性酸素生成剤 6 1 は NO_x 保持剤としても機能する。

【 0 0 5 5 】

ここで、活性酸素生成剤 6 1 周りの酸素濃度が低下する場合とは、上述したように、周囲の雰囲気はリーン雰囲気であるが活性酸素生成剤 6 1 に微粒子が付着した場合の他に、フィルタ 2 7 に流入する排気ガスの空燃比がリッチとなって周囲の雰囲気がリッチ雰囲気となった場合がある。

【 0 0 5 6 】

周囲の雰囲気はリッチ雰囲気であるが活性酸素生成剤 6 1 に微粒子が付着することで活性酸素生成剤 6 1 周りの酸素濃度が低下した場合に解放された NO_x は、上述したように、再び活性酸素生成剤 6 1 に吸収によって保持される。一方、フィルタ 2 7 に流入する排気ガスの空燃比がリッチとなって周囲の雰囲気がリッチ雰囲気となった場合に解放された NO_x は、白金の作用によって排気ガス中の炭化水素で還元浄化される。言い換えれば、内燃機関からリッチ空燃比の排気ガスが排出されるように内燃機関の運転を制御すれば、活性酸素生成剤 6 1 に保持されている NO_x を還元浄化することができる。したがって、本発明のフィルタ 2 7 は、活性酸素生成剤 6 1 と白金とからなる NO_x 触媒を具備するとも言える。

【 0 0 5 7 】

さて、本発明の排気浄化装置によれば、 NO_x 、 CO 、 HC 、および、微粒子といった 4 つの成分を浄化することができる。また、本発明の NO_x 触媒は、ハニカム構造をなす隔壁によって画成された複数の排気流通路を有する触媒であっ

て、これら排気流通路の入口開口および出口開口が何ら閉塞されていないいわゆるモノリスタイプの触媒であるので、その圧力損失は比較的小さい。一方、本発明のフィルタ 27 は、ハニカム構造をなす多孔質材料から形成された隔壁によって画成された複数の排気流通路を有するフィルタ 27 であって、これら排気流通路の入口開口と出口開口とが交互に栓で塞がれ、排気ガスが隔壁を通るようになっているいわゆるウォールフロータイプのフィルタ 27 であるので、その圧力損失は比較的大きい。

【 0 0 5 8 】

本発明では、例えば、一方の NO_x 触媒を通過する排気ガスの量を少なくしたときには、その分だけ、他方の NO_x 触媒を通過する排気ガスの量が多くなるように各切換弁の開度を制御する。これによれば、一方の NO_x 触媒を通過する排気ガスの量を少なくするために一方の切換弁の開度を小さくしたとしても、それに起因する排気浄化装置全体の圧力損失の上昇は比較的小さい。

【 0 0 5 9 】

また、フィルタ 27 に供給されるべき燃料を燃料添加装置から噴射した場合、この燃料はいったん NO_x 触媒を通過してからフィルタ 27 に流入する。燃料は NO_x 触媒を通過したときに改質されてその反応性が向上せしめられる。また、燃料の一部が NO_x 触媒にて酸化反応することによって NO_x 触媒から流出する排気ガスの温度が上昇せしめられる。したがって、フィルタ 27 には反応性が向上せしめられた形で燃料が供給され且つ高温の排気ガスが供給されるので、フィルタ 27 の上流側端面においても燃料は十分に酸化反応し、したがって、フィルタ 27 の上流側端面に燃料が付着してしまうことが抑制される。

【 0 0 6 0 】

また、例えば、 NO_x 触媒に保持されている NO_x を還元浄化するために対応する燃料添加装置から燃料が噴射されると、もちろん、 NO_x 触媒にて NO_x が還元浄化されるが、このときの反応によって NO_x 触媒に流入した排気ガスの温度が上昇せしめられる。したがって、このとき、フィルタ 27 には高温の排気ガスが供給されることになるので、本発明の排気浄化装置では、通常、フィルタ 27 の温度は比較的高い状態に維持される。

【 0 0 6 1 】

ところで、フィルタ 2 7 が NO_x 保持機能を有する場合、フィルタ 2 7 はそこに流入する排気ガスの平均空燃比がリーンであると、排気ガス中の硫黄酸化物 (SO_x) をも保持してしまう。このようにフィルタ 2 7 が SO_x を保持していると、フィルタ 2 7 における微粒子の酸化除去が阻害されることとなる。一方、フィルタ 2 7 は、その温度が S 放出温度よりも高く且つその内部が還元雰囲気になっていると、保持している SO_x を放出する。したがって、フィルタ温度を S 放出温度にまで上昇させ且つフィルタ 2 7 に流入する排気ガスの平均空燃比をリッチ（または僅かばかりリッチ）または理論空燃比とすれば、フィルタ 2 7 から SO_x が放出される。

【 0 0 6 2 】

ところで、本発明では、フィルタ 2 7 における微粒子酸化作用を促進すべきとき、或いは、フィルタ 2 7 において微粒子を一気に酸化除去すべきとき、或いは、フィルタ 2 7 から SO_x を放出すべきときには、フィルタ温度を或る目標温度にまで上昇させる必要がある。本発明では、このようにフィルタ温度を目標温度にまで上昇させる必要があるとき、すなわち、フィルタ温度を目標温度にまで上昇させること（以下、フィルタ昇温と称す）が要求されたときには、フィルタ 2 7 の温度を目標温度にまで上昇させるための制御を実行する。

【 0 0 6 3 】

具体的には、第 1 実施形態では、フィルタ昇温が要求されたときには、一方の NO_x 触媒からリッチ空燃比の排気ガス（リッチガス）が流出するように一方の燃料添加装置から適量の燃料を噴射し、他方の NO_x 触媒からリーン空燃比の排気ガス（リーンガス）が流出するように他方の燃料添加装置から適量の燃料を噴射する。これによれば、一方の排気枝管からフィルタ 2 7 へはリッチガスが供給され、他方の排気枝管からフィルタ 2 7 へはリーンガスが供給される。すなわち、フィルタ 2 7 にはリッチガスとリーンガスとが供給される。そして、リッチガス中の燃料とリーンガス中の空気とがフィルタ 2 7 において反応するので、フィルタ温度が上昇せしめられる。

【 0 0 6 4 】

そして、燃料添加装置から NO_x 触媒に燃料を供給すると、この燃料が NO_x 触媒にて酸化反応するので、 NO_x 触媒の温度は上昇する。ここで、フィルタ 27 にリッチガスを供給するために両方の燃料添加装置から燃料を噴射する場合、すなわち、両方の NO_x 触媒にリッチガスを供給する場合、両方の NO_x 触媒の温度が許容上限温度にまで上昇してしまう可能性がある。しかしながら、第 1 実施形態によれば、フィルタ 27 にリッチガスを供給する場合においても、少なくとも一方の NO_x 触媒にはリーンガスが供給されることになるので、少なくとも一方の NO_x 触媒に関しては、その温度が許容上限温度にまで上昇してしまうことはない。

【 0 0 6 5 】

そして、 NO_x 触媒の温度が許容上限温度にまで上昇してしまうと、 NO_x 触媒における NO_x 浄化率が低下してしまうが、第 1 実施形態によれば、少なくとも一方の NO_x 触媒に関してはその温度が許容上限温度にまで上昇してしまうことが抑制されるので、少なくとも一方の NO_x 触媒に関してはその NO_x 浄化率が高く維持される。

【 0 0 6 6 】

また、第 1 実施形態によれば、フィルタ温度を上昇させるために内燃機関の運転パラメータを変更する必要がないので、機関運転状態が如何なる状態にあろうとも、フィルタ温度を上昇させることができる。

【 0 0 6 7 】

また、 NO_x 触媒に供給された燃料の一部は NO_x 触媒にて酸化せしめられるので、このときに排気ガスの温度が上昇せしめられる。したがって、フィルタ 27 に流入する排気ガスの温度は比較的高い。この高温の排気ガスによってフィルタ 27 の上流側端面近傍の温度も上昇せしめられる。したがって、例えば、フィルタ 27 の微粒子酸化作用を促進する場合にはフィルタ 27 の上流側端面近傍における微粒子酸化作用も十分に促進され、或いは、フィルタ 27 内の微粒子を一気に酸化除去する場合にはフィルタ 27 の上流側端面近傍における微粒子も十分に酸化除去され、或いは、フィルタ 27 から SO_x を放出する場合にはフィルタ 27 の上流側端面近傍からも SO_x が十分に放出されることとなる。

【 0 0 6 8 】

また、第 1 実施形態によれば、リッチガスが供給されるほうの NO_x 触媒では、その内部が還元雰囲気となっていることから、 NO_x の還元浄化が行われる。したがって、 NO_x 触媒において NO_x を還元するための制御を別途実行する回数が少なくなる。もちろん、この NO_x 触媒の温度が S 放出温度にまで上昇していれば、その内部が還元雰囲気となっていることから、この NO_x 触媒から SO_x が放出される。そして、この場合、 NO_x 触媒から SO_x を放出するための制御を別途実行する回数が少なくなる。一方、リーンガスが流入するほうの NO_x 触媒では、そこに流入する排気ガス中の NO_x が次々と保持されるので、全体として、排気エミッションの悪化が抑制される。

【 0 0 6 9 】

なお、第 1 実施形態において、リーンガスを流出すべき NO_x 触媒に燃料添加装置から噴射される燃料の量は、零でもよいし、当該 NO_x 触媒からリーンガスを流出させる限りにおいて零ではない量であってもよい。

【 0 0 7 0 】

なお、本発明の排気浄化装置では、各排気枝管 19 a, 19 b に燃料添加装置 22 a, 22 b が配置されているので、各 NO_x 触媒 21 a, 21 b に異なる量の燃料を供給することができる。そして、本発明では、基本的に、燃料添加装置から噴射すべき燃料の量（以下、燃料添加装置からの燃料添加量と称す）は、対応する NO_x 触媒を流れる排気ガスの流量と目標とすべき排気ガスの空燃比とに基づいて算出される。すなわち、対応する NO_x 触媒を流れる排気ガスの流量が多いほど対応する燃料添加装置からの燃料添加量は多くされ、逆に、対応する NO_x 触媒を流れる排気ガスの流量が少ないほど対応する燃料添加装置からの燃料添加量は少なくされる。また、対応する排気ガスの空燃比が目標空燃比よりもリッチ側にあるときには対応する燃料添加装置からの燃料添加量は多くされ、逆に、対応する排気ガスの空燃比が目標空燃比よりもリーン側にあるときには対応する燃料添加装置からの燃料添加量は少なくされる。

【 0 0 7 1 】

また、本発明では、基本的に両方の切換弁 25 a, 25 b の開度は等しく維持

されており、要求に応じて互いに異なる開度とされる。ここで、切換弁の開度が小さくされたときには、対応する NO_x 触媒を通る排気ガスの流量が少なくなるので、対応する燃料添加装置からの燃料添加量は少なくされる。逆に、切換弁の開度が大きくされたときには、対応する NO_x 触媒を通る排気ガスの流量が多くなるので、対応する燃料添加装置からの燃料添加量は多くされる。

【 0 0 7 2 】

また、対応する排気枝管に流入してくる排気ガスの空燃比のリッチ度合が大きいほど、対応する NO_x 触媒に流入する排気ガスの空燃比を目標空燃比とするために対応する燃料添加装置から噴射すべき燃料の量は少なくなる。したがって、本発明では、この場合、対応する燃料添加装置からの燃料添加量を少なくする。一方、対応する排気枝管に流入してくる排気ガスの空燃比のリーン度合が大きいほど、対応する NO_x 触媒に流入する排気ガスの空燃比を目標空燃比とするために対応する燃料添加装置から噴射すべき燃料の量は多くなる。したがって、本発明では、この場合、対応する燃料添加装置からの燃料添加量を多くする。

【 0 0 7 3 】

また、本発明では、 NO_x 触媒から流出するリッチガスのリッチ度合が大きいほど、リッチガス中に含まれている燃料の量が多く、したがって、フィルタ 27 に供給される燃料の量が多くなる。ここで、同様にフィルタ 27 に供給されるリーンガス中にリッチガス中の燃料を酸化させるのに十分な酸素が含まれている場合、フィルタ 27 における燃料の酸化反応に起因する発熱量は大きくなる。

【 0 0 7 4 】

なお、上述したように、一方の NO_x 触媒からリッチガスを流出させ且つ他方の NO_x 触媒からリーンガスを放出させるように燃料添加装置からの燃料添加量および切換弁の開度を制御する制御を片側リッチ・リーン制御と称す。

【 0 0 7 5 】

また、以下、片側リッチ・リーン制御において、リッチガスを放出するほうの排気枝管をリッチ側の排気枝管と称し、このリッチ側の排気枝管に配置されている燃料添加装置、 NO_x 触媒、および、切換弁をそれぞれリッチ側の燃料添加装置、リッチ側の NO_x 触媒、および、リッチ側の切換弁と称す。また、以下、片

側リッチ・リーン制御において、リーンガスを放出するほうの排気枝管をリーン側の排気枝管と称し、このリーン側の排気枝管に配置されている燃料添加装置、 NO_x 触媒、および、切換弁をそれぞれリーン側の燃料添加装置、リーン側の NO_x 触媒、および、リーン側の切換弁と称す。

【 0 0 7 6 】

次に、第2実施形態について説明する。第2実施形態では、フィルタ27における微粒子の酸化作用を促進すべきことが要求されたときに、フィルタ27に流入する排気ガスの平均空燃比がリーンとなるように、片側リッチ・リーン制御を実行する。これによれば、フィルタ温度が上昇せしめられ且つフィルタ27内が酸化雰囲気に維持されるので、フィルタ27における微粒子酸化作用が促進される。

【 0 0 7 7 】

次に、第3実施形態について説明する。第3実施形態では、フィルタ27が酸化機能を有する場合において、フィルタ27に捕集されている微粒子を一気に酸化除去すべきことが要求されたときに、フィルタ温度が微粒子酸化除去温度にまで上昇せしめられ且つフィルタ27に流入する排気ガスの平均空燃比がリーンとなるように、片側リッチ・リーン制御を実行する。これによれば、フィルタ温度が微粒子酸化除去温度となり且つフィルタ27内が酸化雰囲気に維持されるので、フィルタ27にて微粒子が一気に酸化除去される。

【 0 0 7 8 】

次に、第4実施形態について説明する。第4実施形態では、フィルタ27が酸化機能を有する場合において、フィルタ27に捕集されている微粒子を燃焼除去すべきことが要求されたときに、フィルタ温度が微粒子燃焼温度にまで上昇せしめられ且つフィルタ27に流入する排気ガスの平均空燃比がリーンとなるように、片側リッチ・リーン制御を実行する。

【 0 0 7 9 】

次に、第5実施形態について説明する。第5実施形態では、フィルタ27が NO_x 保持機能を有する場合において、フィルタ27から SO_x を放出すべきことが要求されたときに、フィルタ温度がS放出温度にまで上昇せしめられ且つフィル

タ 2 7 に流入する排気ガスの平均空燃比がリッチ（または僅かばかりリッチ）または理論空燃比となるように、片側リッチ・リーン制御を実行する。これによれば、フィルタ温度が S 放出温度となり且つフィルタ 2 7 内が還元雰囲気に維持されるので、フィルタ 2 7 から SO_x が放出される。

【 0 0 8 0 】

また、フィルタ 2 7 から SO_x が放出され、このときにフィルタ 2 7 内が強力な還元雰囲気にあると、放出された SO_x の一部が還元されて硫化水素 (H_2S) となってしまう。ところが、第 4 実施形態において、フィルタ 2 7 に流入する排気ガスの平均空燃比が僅かばかりリッチ（以下、弱リッチと称す）または理論空燃比とされている場合には、フィルタ 2 7 内は弱い還元雰囲気に維持されているので、フィルタ 2 7 における H_2S の生成が抑制される。すなわち、第 5 実施形態において、フィルタ 2 7 における H_2S の生成を抑制するためには、フィルタ 2 7 に流入する排気ガスの平均空燃比が弱リッチまたは理論空燃比となるように、片側リッチ・リーン制御を実行することが好ましい。

【 0 0 8 1 】

次に、第 6 実施形態について説明する。第 6 実施形態では、第 1 実施形態～第 5 実施形態において、リッチ側の NO_x 触媒の温度を S 放出温度にまで上昇させる。すなわち、第 6 実施形態では、リッチ側の NO_x 触媒の温度が S 放出温度にまで上昇せしめられるように、片側リッチ・リーン制御を実行する。これによれば、リッチ側の NO_x 触媒から SO_x が放出される。

【 0 0 8 2 】

また、第 6 実施形態によれば、両方の NO_x 触媒から SO_x が放出されるのではなく、一方の NO_x 触媒からのみ SO_x が放出されるので、第 6 実施形態には、排気浄化装置から単位時間あたりに放出される SO_x の濃度が低いという利点がある。もちろん、図 1 に示した排気浄化装置からフィルタ 2 7 が除かれている構成の排気浄化装置において第 6 実施形態の制御を実行すれば、両方の NO_x 触媒から SO_x が放出されるのではなく、一方の NO_x 触媒からのみ SO_x が放出されるので、この実施形態にも排気浄化装置から単位時間あたりに放出される SO_x の濃度が低いという利点がある。

【 0 0 8 3 】

また、第 6 実施形態によれば、各 NO_x 触媒から流出する排気ガスの空燃比を別々に制御可能であるので、フィルタ 27 に供給される燃料の量や空気の量をも制御可能である。このことは、フィルタ 27 において酸化反応する燃料の量をも制御可能であって、したがって、フィルタ 27 における発熱量をも制御可能であることを意味する。したがって、第 6 実施形態には、 NO_x 触媒から SO_x を放出させている間においてフィルタ温度を制御可能であるという利点がある。

【 0 0 8 4 】

次に、第 7 実施形態について説明する。第 7 実施形態では、第 1 実施形態～第 5 実施形態において、フィルタ 27 が酸化機能を有し且つフィルタ 27 に流入する排気ガスの平均空燃比がリーンとされている場合において、リッチ側の NO_x 触媒の温度が S 放出温度にまで上昇せしめられ且つフィルタ温度がサルフェート生成温度以下に維持されるように、片側リッチ・リーン制御を実行する。本発明の排気浄化装置では、 NO_x 触媒から放出される SO_x はフィルタ 27 に流入する。ここで、フィルタ 27 が酸化機能を有し且つフィルタ 27 に流入する排気ガスの平均空燃比がリーンとされ且つフィルタ温度がサルフェート生成温度よりも高いと、フィルタ 27 の酸化作用によって SO_x からサルフェートが生成されてしまう。しかしながら、第 7 実施形態によれば、 NO_x 触媒から SO_x が放出されているときには、フィルタ温度がサルフェート生成温度以下に維持されるので、フィルタ 27 におけるサルフェートの生成が抑制される。

【 0 0 8 5 】

また、第 6 実施形態と同様に、第 7 実施形態によれば、各 NO_x 触媒から流出する排気ガスの空燃比を別々に制御可能であるので、フィルタ 27 に供給される燃料の量や空気の量をも制御可能である。したがって、第 7 実施形態には、 NO_x 触媒から SO_x を放出させている間においてフィルタ温度を制御可能であるという利点がある。

【 0 0 8 6 】

また、リッチ側の NO_x 触媒から SO_x が放出させているときには、この NO_x 触媒からは HC 、 CO 、および、 H_2S といった 3 成分も放出される。本発明の

排気浄化装置では、これら3成分はフィルタ27に流入する。ここで、第7実施形態では、フィルタ27内部が酸化雰囲気に維持されるので、これら3成分はフィルタ27において酸化浄化されることとなる。

【0087】

もちろん、第7実施形態の制御が実行されたときのフィルタ温度に応じて、フィルタ27において微粒子の酸化作用が促進され、或いは、フィルタ27において微粒子が一気に酸化除去され、或いは、フィルタ27において微粒子が燃焼除去される。

【0088】

次に、第8実施形態について説明する。第8実施形態では、フィルタ27が酸化機能を有する場合において、リッチ側の NO_x 触媒の温度がS放出温度にまで上昇せしめられ且つフィルタ27に流入する排気ガスの平均空燃比がリーン（または弱リーン）となるように、片側リッチ・リーン制御を実行する。一般的に、 NO_x 触媒から SO_x を放出させるために NO_x 触媒にリッチガスが供給されると、 NO_x 触媒からはHC、COおよび H_2S の3成分が流出する。本発明の排気浄化装置では、これら3成分はフィルタ27に流入する。ここで、第8実施形態によれば、フィルタ27が酸化機能を有し且つフィルタ27内が酸化雰囲気に維持されるので、これら3成分はフィルタ27にて酸化浄化される。

【0089】

また、フィルタ27が酸化機能を有し且つフィルタ27内が強力な酸化雰囲気である場合、そこに流入した H_2S はフィルタ27の酸化機能によって酸化されてサルフェートとなってしまうことがある。しかしながら、第8実施形態において、フィルタ27に流入する排気ガスの平均空燃比が弱リーンとされる場合には、フィルタ27は酸化機能を有するがフィルタ27内は弱い酸化雰囲気に維持される。したがって、この場合、第8実施形態には、フィルタ27におけるサルフェートの生成は抑制されるという利点がある。

【0090】

次に、第9実施形態について説明する。第9実施形態では、フィルタ27が酸化機能を有する場合において、両方の NO_x 触媒から SO_x を放出すべきことが要

求されたときに、両方の NO_x 触媒の温度がS放出温度にまで上昇せしめられ且つ両方の NO_x 触媒にリッチガスが供給され且つフィルタ27に流入する排気ガスの平均空燃比がリッチ（または弱リッチ）または理論空燃比となるように、燃料添加装置からの燃料添加量および切換弁の開度を制御する。これによれば、両方の NO_x 触媒から SO_x が放出される。

【0091】

また、第9実施形態によれば、フィルタ27内が還元雰囲気維持されるので、 NO_x 触媒からフィルタ27に流入した SO_x がフィルタ27にて酸化されることはない。したがって、第9実施形態には、フィルタ27におけるサルフェートの生成が抑制されるという利点がある。

【0092】

また、フィルタ27が酸化機能の他に NO_x 還元機能を有する場合に第9実施形態の制御を実行することには、フィルタ27において NO_x の還元が行われるという利点がある。

【0093】

もちろん、第9実施形態の制御を実行したときにフィルタ温度がS放出温度に達していれば、フィルタ27から SO_x が放出されることとなる。

【0094】

次に、第10実施形態について説明する。第10実施形態では、フィルタ27が NO_x 保持機能を有する場合において、両方の NO_x 触媒から SO_x を放出させると共にフィルタ27からも SO_x を放出させることが要求されたときに、両方の NO_x 触媒の温度がS放出温度にまで上昇せしめられ且つ両方の NO_x 触媒にリッチガスが供給され且つフィルタ温度がS放出温度にまで上昇せしめられ且つフィルタ27に流入する排気ガスの平均空燃比がリッチ（または弱リッチ）または理論空燃比となるように、燃料添加装置からの燃料添加量および切換弁の開度を制御する。第10実施形態によれば、フィルタ27からも SO_x が放出される。

【0095】

次に、第11実施形態について説明する。第11実施形態では、フィルタ27が NO_x 保持機能を有する場合において、一方の NO_x 触媒から SO_x を放出させ

ると共にフィルタ 2 7 からも SO_x を放出させることが要求されたときに、リッチ側の NO_x 触媒の温度が S 放出温度にまで上昇せしめられ且つフィルタ温度も S 放出温度にまで上昇せしめられ且つフィルタ 2 7 に流入する排気ガスの平均空燃比がリッチ（または弱リッチ）または理論空燃比となるように、片側リッチ・リーン制御を実行する。これによれば、リッチ側の NO_x 触媒から SO_x が放出されると共に、フィルタ 2 7 からも SO_x が放出される。

【 0 0 9 6 】

また、第 1 1 実施形態によれば、フィルタ 2 7 内は還元雰囲気に維持されるので、 NO_x 触媒からフィルタ 2 7 に流入した SO_x がフィルタ 2 7 にて酸化されることはない。したがって、第 1 1 実施形態には、サルフェートの生成が抑制されるという利点もある。

【 0 0 9 7 】

また、一般的に、フィルタ 2 7 が酸化機能を有し且つフィルタ 2 7 内が強力な還元雰囲気にある場合において、フィルタ 2 7 内に SO_x が存在すると、この SO_x は還元されて硫化水素 (H_2S) となってしまう。しかしながら、第 1 1 実施形態において、フィルタ 2 7 が NO_x 保持機能の他に酸化機能を有する場合においても、第 1 1 実施形態に従って、フィルタ 2 7 に流入する排気ガスの平均空燃比が弱リッチまたは理論空燃比とされていれば、フィルタ 2 7 内は弱い還元雰囲気に維持されるので、 NO_x 触媒から排出されてフィルタ 2 7 内に流入した SO_x 、或いは、フィルタ 2 7 自体から排出された SO_x が、フィルタ 2 7 にて H_2S になることはほとんどない。したがって、この場合、第 1 1 実施形態には、フィルタ 2 7 における H_2S の生成が抑制されるという利点がある。

【 0 0 9 8 】

次に、第 1 2 実施形態について説明する。第 1 2 実施形態では、第 1 1 実施形態の制御を実行する前に、フィルタ温度を S 放出温度にまで上昇させる。すなわち、第 1 2 実施形態では、フィルタ 2 7 が NO_x 保持機能を有する場合において、始めに、フィルタ温度を S 放出温度にまで上昇させ、次いで、リッチ側の NO_x 触媒の温度が S 放出温度にまで上昇せしめられ且つフィルタ温度も S 放出温度にまで上昇せしめられ且つフィルタ 2 7 に流入する排気ガスの平均空燃比がリッ

チ（または弱リッチ）または理論空燃比となるように、片側リッチ・リーン制御を実行する。これによれば、フィルタ温度が確実に S 放出温度となる。

【 0 0 9 9 】

次に、第 1 3 実施形態について説明する。第 1 3 実施形態では、フィルタ 2 7 に流入する排気ガスの平均空燃比がリーンまたは理論空燃比となるように片側リッチ・リーン制御を実行する場合において、片側リッチ・リーン制御を実行する前に両方の燃料添加装置から燃料を噴射する。ここで、両方の燃料添加装置から燃料を噴射すると、両方の NO_x 触媒にて燃料が酸化される。このとき、 NO_x 触媒を通過する排気ガスの温度が上昇せしめられるので、フィルタ 2 7 には高温の排気ガスが供給されることとなる。この状態で、片側リッチ・リーン制御を実行すると、リッチ側の NO_x 触媒からは HC および CO が排出されるが、第 1 3 実施形態によれば、片側リッチ・リーン制御が実行されるときにはフィルタ温度は十分に上昇せしめられているので、これら HC および CO はフィルタ 2 7 において酸化浄化されることとなる。

【 0 1 0 0 】

もちろん、第 1 3 実施形態によれば、両方の NO_x 触媒における燃料の酸化反応によって温度を上昇せしめられた排気ガスがフィルタ 2 7 に供給されることとなるので、一方の NO_x 触媒における燃料の酸化反応によって温度を上昇せしめられた排気ガスがフィルタ 2 7 に供給される場合に比べて、迅速にフィルタ 2 7 の温度が上昇せしめられることとなる。

【 0 1 0 1 】

次に、第 1 4 実施形態について説明する。第 1 4 実施形態では、フィルタ温度を上昇させないようにしつつ少なくとも一方の NO_x 触媒にリッチガスを供給すると共にその温度を S 放出温度に上昇させ、 NO_x 触媒から流出する SO_x 量がピークを越えた後に、フィルタ 2 7 の温度を S 放出温度にまで上昇せしめ且つフィルタ 2 7 に流入する排気ガスの平均空燃比がリッチ（または弱リッチ）またはストイキとなるように片側リッチ・リーン制御を実行する。これによれば、フィルタ 2 7 の温度が S 放出温度にまで上昇せしめられたときに NO_x 触媒からフィルタ 2 7 に流入する SO_x の量は少ない。したがって、第 1 4 実施形態によれば、

フィルタ 27 におけるサルフェートや H_2S の生成が確実に抑制される。

【0102】

次に、第 15 実施形態について説明する。第 15 実施形態では、片側リッチ・リーン制御においてリーン側の燃料添加量が零である場合において、リーン側の NO_x 触媒において NO_x を還元浄化すべきことが要求されたときに、片側リッチ・リーン制御の実行中にリーン側の NO_x 触媒にスパイク的にリッチガスを供給する。これによれば、リーン側の NO_x 触媒においても NO_x が還元浄化される。

【0103】

次に、第 16 実施形態について説明する。第 16 実施形態では、片側リッチ・リーン制御の実行中において、リッチ側の NO_x 触媒の温度が許容上限温度に達してしまったときには、リッチ側の燃料添加装置からの燃料添加量を維持しつつリッチ側の切換弁の開度を小さくするか、或いは、リーン側の切換弁の開度を大きくする。これによれば、リッチ側の NO_x 触媒を通過する排気ガスの流量が少なくなり、本発明によれば、この場合、リッチ側の燃料添加装置からの燃料添加量が少なくなるので、リッチ側の NO_x 触媒の温度が低下する。

【0104】

次に、第 17 実施形態について説明する。第 17 実施形態では、片側リッチ・リーン制御の実行中において、リッチ側の NO_x 触媒の温度を低下させるべきことが要求されたときに、リッチガスが供給される NO_x 触媒とリーンガスが供給される NO_x 触媒とを予め定められたタイミングで交互に切り換える。これによれば、リッチ側の NO_x 触媒にはリーンガスが供給されることとなるので、当該 NO_x 触媒の温度が低下せしめられる。

【0105】

また、第 17 実施形態によれば、各 NO_x 触媒にはリッチガスとリーンガスとが交互に供給されることとなるので、両 NO_x 触媒にて NO_x が還元される。

【0106】

なお、第 17 実施形態において、予め定められたタイミングとは、例えば、 NO_x 触媒に保持されている NO_x の量がその上限値に達するタイミングである。

【0107】

次に、第 1 8 実施形態について説明する。第 1 8 実施形態では、片側リッチ・リーン制御の実行中において、両方の NO_x 触媒の温度がその許容上限温度以下に維持されるように、リッチガスが供給される NO_x 触媒とリーンガスが供給される NO_x 触媒とを交互に切り換える。これによれば、片側リッチ・リーン制御の実行中において、各 NO_x 触媒の温度はその許容上限温度以下に維持される。

【 0 1 0 8 】

次に、第 1 9 実施形態について説明する。第 1 9 実施形態では、フィルタ温度が燃料酸化温度以下であるときには、片側リッチ・リーン制御を実行する前に、フィルタ温度が燃料酸化温度にまで上昇せしめられるように両方の NO_x 触媒に一時的にリッチガスを供給する。フィルタ温度が燃料酸化温度以下であるときには、フィルタ 2 7 に燃料と空気とを供給したとしても、燃料はフィルタ 2 7 にて酸化されず、したがって、フィルタ温度を上昇させることができないが、第 1 9 実施形態によれば、 NO_x 触媒に一時的にリッチガスが供給されると、 NO_x 触媒にてリッチガス中の燃料が酸化し、したがって、 NO_x 触媒から流出する排気ガスの温度が上昇する。この高温となった排気ガスがフィルタ 2 7 に流入するので、フィルタ温度が上昇せしめられる。そして、フィルタ温度が燃料酸化温度に達したときに、片側リッチ・リーン制御が実行されるので、フィルタ 2 7 に供給された燃料はフィルタ 2 7 にて酸化せしめられ、したがって、フィルタ温度が上昇せしめられる。

【 0 1 0 9 】

第 2 0 実施形態では、上述した実施形態において、フィルタ 2 7 が酸化機能を有し且つフィルタ 2 7 に流入する排気ガスの空燃比がリーンとなるように片側リッチ・リーン制御を実行する場合において、片側リッチ・リーン制御を実行する前に、フィルタ 2 7 にスパイク的にリッチガスが供給されるように両方の燃料添加装置からスパイク的に燃料を噴射し、その後、片側リッチ・リーン制御を実行する。通常、フィルタ 2 7 には SO_x が吸着する。ここで、フィルタ 2 7 が酸化機能を有し且つフィルタ温度がサルフェート生成温度にまで上昇し且つフィルタ 2 7 に流入する排気ガスの空燃比がリーンであると、吸着している SO_x からサルフェートが生成されてしまう。

【 0 1 1 0 】

しかしながら、フィルタ 2 7 にスパイク的にリッチガスが供給されると、フィルタ 2 7 に吸着している SO_x がフィルタ 2 7 から放出される。したがって、第 2 0 実施形態によれば、片側リッチ・リーン制御が実行されるときにはフィルタ 2 7 には吸着している SO_x はほとんどない。したがって、第 2 0 実施形態によれば、片側リッチ・リーン制御の実行中において、フィルタ 2 7 におけるサルフェートの生成が抑制される。

【 0 1 1 1 】

次に、第 2 1 実施形態について説明する。第 2 1 実施形態では、フィルタ 2 7 が酸化機能を有する場合において、少なくとも一方の NO_x 触媒にて NO_x を還元浄化すべきことが要求されたときに、少なくとも一方の NO_x 触媒にはスパイク的にリッチガスが供給され且つフィルタ 2 7 に流入する排気ガスの平均空燃比がリーンとなるように、少なくとも一方の燃料添加装置から燃料を噴射する。これによれば、少なくとも一方の NO_x 触媒にはスパイク的にリッチガスが供給されるので、この NO_x 触媒では NO_x 還元が行われる。

【 0 1 1 2 】

また、 NO_x 触媒にて NO_x 還元が行われている間はそこに流入する HC および CO は当該 NO_x 触媒にて酸化浄化されずにそこから流出するが、第 2 1 実施形態によれば、フィルタ 2 7 が酸化機能を有し且つフィルタ 2 7 に流入する排気ガスの平均空燃比がリーンである。したがって、第 2 1 実施形態には、 NO_x 触媒から流出する HC および CO がフィルタ 2 7 にて酸化浄化されるという利点がある。

【 0 1 1 3 】

なお、上述した実施形態において、片側リッチ・リーン制御の実行中に、要求に応じて、各切換弁の開度を異なるように制御してもよい。例えば、第 2 2 実施形態では、片側リッチ・リーン制御の実行中において、フィルタ温度がその許容上限温度（例えば、サルフェート生成温度、または、フィルタの熱劣化を引き起こしうる温度）以下に維持されるように切換弁の開度を制御する。切換弁の開度を制御することによって各 NO_x 触媒から流出する排気ガスの流量が変化し、し

たがって、フィルタに供給されるリッチガスの流量とリーンガスの流量とが変更せしめられる。すなわち、第 2 2 実施形態では、片側リッチ・リーン制御の実行中において、フィルタ温度がその許容上限温度以下に維持されるようにフィルタに供給される排気ガスに占めるリッチガスの割合とリーンガスの割合とを制御する。

【 0 1 1 4 】

これによれば、リッチガスの割合が大きくなり、したがって、リーンガスの割合が小さくなるとフィルタ温度が上昇し、或いは、フィルタの温度上昇が大きくなる。一方、リッチガスの割合が小さくなり、したがって、リーンガスの割合が大きくなるとフィルタ温度が低下し、或いは、フィルタの温度上昇が小さくなる。したがって、第 2 2 実施形態によれば、フィルタ温度がその許容上限温度以下に維持されることとなる。

【 0 1 1 5 】

例えば、片側リッチ・リーン制御においてリッチ側の NO_x 触媒から SO_x を放出させている場合において、当該 NO_x 触媒の上流端面近傍の領域からも十分に SO_x を放出させるべきことが要求されたときには、片側リッチ・リーン制御の実行中において、リッチ側の切換弁の開度をリーン側の切換弁の開度よりも小さくする。通常、 NO_x 触媒上流から当該 NO_x 触媒にリッチガスを供給することによって NO_x 触媒から SO_x を放出させている場合、当該 NO_x 触媒の上流端面近傍の領域からは SO_x が放出されづらい。

【 0 1 1 6 】

ところが、リッチ側の切換弁の開度をリーン側の切換弁の開度よりも小さくすると、リッチ側の NO_x 触媒を通過する排気ガスの流量が相対的に少なくなるので、 NO_x 触媒の上流側の領域と下流側の領域との温度差が小さくなる。そして、このように、 NO_x 触媒の上流側の領域と下流側の領域との温度差が小さくなるということは、 NO_x 触媒の上流端面近傍の領域からも SO_x が十分に放出されることを意味する。したがって、この例によれば、片側リッチ・リーン制御においてリッチ側の NO_x 触媒から SO_x を放出させている場合において、当該 NO_x 触媒の上流端面近傍の領域からも十分に SO_x が放出される。

【 0 1 1 7 】

また、例えば、片側リッチ・リーン制御においてリッチ側の NO_x 触媒の温度を低下させるべきことが要求されたときには、リッチ側の切換弁の開度をリーン側の切換弁の開度よりも小さくする。これによれば、リッチ側の NO_x 触媒を通過する排気ガスの流量が相対的に少なくなるので、本発明では、リッチ側の燃料添加装置からの燃料添加量も相対的に少なくなる。このことは、リッチ側の NO_x 触媒において酸化反応する燃料の量が少なくなり、したがって、リッチ側の NO_x 触媒における発熱量が少なくなることを意味する。したがって、この例によれば、リッチ側の NO_x 触媒の温度が低下せしめられる。

【 0 1 1 8 】

また、例えば、片側リッチ・リーン制御においてリッチ側の NO_x 触媒の温度を上昇させるべきことが要求されたときには、リーン側の切換弁の開度をリッチ側の切換弁の開度よりも小さくする。これによれば、リーン側の NO_x 触媒を通過する排気ガスの流量が相対的に少なくなり、したがって、リッチ側の NO_x 触媒を通過する排気ガスの流量が相対的に多くなるので、本発明では、リッチ側の燃料添加装置からの燃料添加量も相対的に多くなる。このことは、リッチ側の NO_x 触媒において酸化反応する燃料の量が多くなり、したがって、リッチ側の NO_x 触媒における発熱量が多くなることを意味する。したがって、この例によれば、リッチ側の NO_x 触媒の温度が上昇せしめられる。

【 0 1 1 9 】

また、本発明では、片側リッチ・リーン制御においてフィルタ温度を制御する場合、燃焼室 2 から排出される排気ガスの空燃比と各燃料添加装置からの燃料添加量の総量とを制御することによってフィルタ温度を制御する。言い換えれば、フィルタ温度が目標温度となるように、フィルタ温度に応じて、燃焼室 2 から排出される排気ガスの空燃比と各燃料添加装置からの燃料添加量の総量とを制御する。

【 0 1 2 0 】

例えば、片側リッチ・リーン制御の実行中において、フィルタ温度が目標温度に到達しないときには、燃焼室 2 から排出される排気ガスの空燃比をリーン側に

ずらした上で、各燃料添加装置からの燃料添加量の総量を増量する。これによれば、フィルタ 2 7 に供給される燃料の量と酸素の量とが多くなるので、フィルタ 2 7 の温度が上昇せしめられる。

【 0 1 2 1 】

一方、片側リッチ・リーン制御の実行中において、フィルタ温度が目標温度を超えたときには、燃焼室 2 から排出される排気ガスの空燃比をリッチ側にずらした上で、各燃料添加装置からの燃料添加量の総量を減量する。これによれば、フィルタ 2 7 に供給される燃料の量と酸素の量とが少なくなるので、フィルタ 2 7 の温度が低下せしめられる。

【 0 1 2 2 】

なお、片側リッチ・リーン制御において燃焼室 2 から排出される排気ガスの空燃比と各燃料添加装置からの燃料添加量の総量とを制御するのに加えて、或いは、これに代えて、燃焼室 2 から排出される排気ガスの温度を制御することによってフィルタ温度を制御するようにしてもよい。具体的には、フィルタ温度が目標温度に到達していないときには燃焼室 2 から排出される排気ガスの温度を高くし、フィルタ温度が目標温度を超えたときには燃焼室 2 から排出される排気ガスの温度を低くする。

【 0 1 2 3 】

なお、上述した実施形態において、片側リッチ・リーン制御を実行する目的が単にフィルタ温度を目標温度にまで上昇させることにあるならば、フィルタ温度が目標温度に達したときに、当該片側リッチ・リーン制御は終了せしめられる。

【 0 1 2 4 】

また、上述したように、各燃料添加装置からの燃料添加量の総量を増量したとき、或いは、リッチ側の燃料添加装置からの燃料添加量を増量したときに、NO_x触媒の温度がその許容上限温度に達することがある。本発明では、この場合、上述した制御を中止する。

【 0 1 2 5 】

また、本発明では、片側リッチ・リーン制御における各燃料添加装置からの燃料添加量の総量は、燃焼室 2 から排出される排気ガスの総量とその空燃比とに基

づいて決定される。詳細には、燃焼室 2 から排出される排気ガスの総量が多いほど各燃料添加装置からの燃料添加量の総量は多く、逆に、燃焼室 2 から排出される排気ガスの総量が少ないほど各燃料添加装置からの燃料添加量の総量は少ない。また、燃焼室 2 から排出される排気ガスの空燃比のリッチ度合が大きいほど各燃料添加装置からの燃料添加量の総量は少なく、逆に、燃焼室 2 から排出される排気ガスの空燃比のリッチ度合が小さいほど各燃料添加装置からの燃料添加量の総量は多い。

【 0 1 2 6 】

こうした制御によれば、燃料添加装置からの燃料添加量のみを制御したのでは、 NO_x 触媒の温度が許容上限温度に達することを抑制しつつフィルタ温度を目標温度に到達させることが困難である場合にも、フィルタ温度を確実に目標温度に到達させることができる。

【 0 1 2 7 】

なお、本発明では、片側リッチ・リーン制御においてフィルタ温度を制御する場合、総燃料添加量に占める各燃料添加装置からの燃料添加量の割合を制御することによってフィルタ温度を制御する。云い換えれば、本発明では、フィルタ温度が目標温度となるように、フィルタ温度に応じて、総燃料添加量に占める各燃料添加装置からの燃料添加量の割合を制御する。

【 0 1 2 8 】

例えば、片側リッチ・リーン制御の実行中において、フィルタ温度が目標温度に到達しないときには、リッチ側の燃料添加量を増量し且つリーン側の燃料添加量を減量する。すなわち、総燃料添加量に占めるリッチ側の燃料添加量の割合を大きくし、総燃料添加量に占めるリーン側の燃料添加量の割合を小さくする。これによれば、フィルタ 27 に供給される燃料の量と酸素の量とが多くなるので、フィルタ 27 の温度が上昇せしめられる。

【 0 1 2 9 】

一方、片側リッチ・リーン制御の実行中において、フィルタ温度が目標温度を超えたときには、リッチ側の燃料添加量を減量し且つリーン側の燃料添加量を増量する。すなわち、総燃料添加量に占めるリッチ側の燃料添加量の割合を小さく

し、総燃料添加量に占めるリーン側の燃料添加量の割合を大きくする。これによれば、フィルタ 27 に供給される燃料の量と酸素の量が少なくなるので、フィルタ 27 の温度が低下せしめられる。

【0130】

なお、燃焼室 2 から排出される排気ガスの空燃比をリーン側にずらしたいときには、例えば、燃料噴射弁 3 からの燃料噴射量を減量すればよい。逆に、燃焼室 2 から排出される排気ガスの空燃比をリッチ側にずらしたいときには、例えば、燃料噴射弁 3 からの燃料噴射量を増量すればよい。

【0131】

また、燃焼室 2 から排出される排気ガスの空燃比をリーン側にずらしたいときには、例えば、EGR 制御弁の開度を小さくすることによって EGR ガス量を少なくし、結果として、燃焼室 2 に新たに吸入される空気量（以下、新気量と称す）を多くすればよい。逆に、燃焼室 2 から排出される排気ガスの空燃比をリッチ側にずらしたいときには、例えば、EGR 制御弁の開度を大きくすることによって EGR ガス量を多くし、結果として、新気量を少なくすればよい。

【0132】

なお、上述した片側リッチ・リーン制御では、燃料添加装置からの燃料添加量と切換弁の開度との両方を制御することによって、各 NO_x 触媒から流出する排気ガスの空燃比を制御する。しかしながら、切換弁の開度を一定に維持しつつ燃料添加装置からの燃料添加量を制御することによって、各 NO_x 触媒から流出する排気ガスの空燃比を制御してもよい。この制御は、切換弁の開度を制御するよりも燃料添加装置からの燃料添加量を制御したほうが簡便である場合に特に有利である。また、燃料添加装置からの燃料添加量を一定に維持しつつ切換弁の開度を制御することによって、各 NO_x 触媒から流出する排気ガスの空燃比を制御してもよい。この制御は、燃料添加装置からの燃料添加量を制御するよりも切換弁の開度を制御するほうが簡便である場合に特に有利である。

【0133】

なお、図 4 に上述した排気浄化装置とは異なる構成の排気浄化装置を示した。図 4 の排気浄化装置では、第 1 の排気枝管 19a が機関本体 1 において最も端に

位置する 2 つの燃焼室 2 に接続されている。また、図 4 の排気浄化装置では、第 2 の排気枝管 1 9 b が機関本体 1 において中間に位置する 2 つの燃焼室 2 に接続されている。図 4 の排気浄化装置では、各排気枝管 1 9 a, 1 9 b はそれぞれ異なる燃焼室 2 に接続されているので、各燃焼室 2 において異なる空燃比で燃料を燃焼させることによって、各 NO_x 触媒に異なる空燃比の排気ガスを供給することができる。

【0 1 3 4】

例えば、図 4 の排気浄化装置では、最も端に位置する 2 つの燃焼室 2 においてリッチ空燃比でもって燃料を燃焼させると共に、中間に位置する 2 つの燃焼室 2 においてリーン空燃比でもって燃料を燃焼させることができる。そして、この場合、第 1 の NO_x 触媒 2 1 a にはリッチ空燃比の排気ガス（リッチガス）が供給されると共に、第 2 の NO_x 触媒 2 1 b にはリーン空燃比の排気ガス（リーングラス）が供給される。したがって、図 4 の排気浄化装置において、第 1 の NO_x 触媒 2 1 a からリッチガスが流出するように最も端に位置する 2 つの燃焼室 2 においてリッチ空燃比でもって燃料を燃焼させると共に、第 2 の NO_x 触媒 2 1 b からリーングラスが流出するように中間に位置する 2 つの燃焼室 2 においてリーン空燃比でもって燃料を燃焼させることもできる。この場合、フィルタ 2 7 にはリッチガスとリーングラスとが流入することとなる。したがって、上述した実施形態の片側リッチ・リーン制御を図 4 の排気浄化装置において実行することもできる。

【0 1 3 5】

【発明の効果】

本発明によれば、内燃機関の燃焼室から排出される排気ガス中の窒素酸化物（ NO_x ）と、一酸化炭素（ CO ）と、未燃炭化水素（ HC ）と、微粒子とが同時に高い浄化率でもって浄化される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の排気浄化装置を備えた内燃機関の全体図である。

【図 2】

パティキュレートフィルタを示す図である。

【図 3】

パティキュレートフィルタにおける微粒子酸化作用を説明するための図である。

【図 4】

本発明の別の排気浄化装置を示す図である。

【符号の説明】

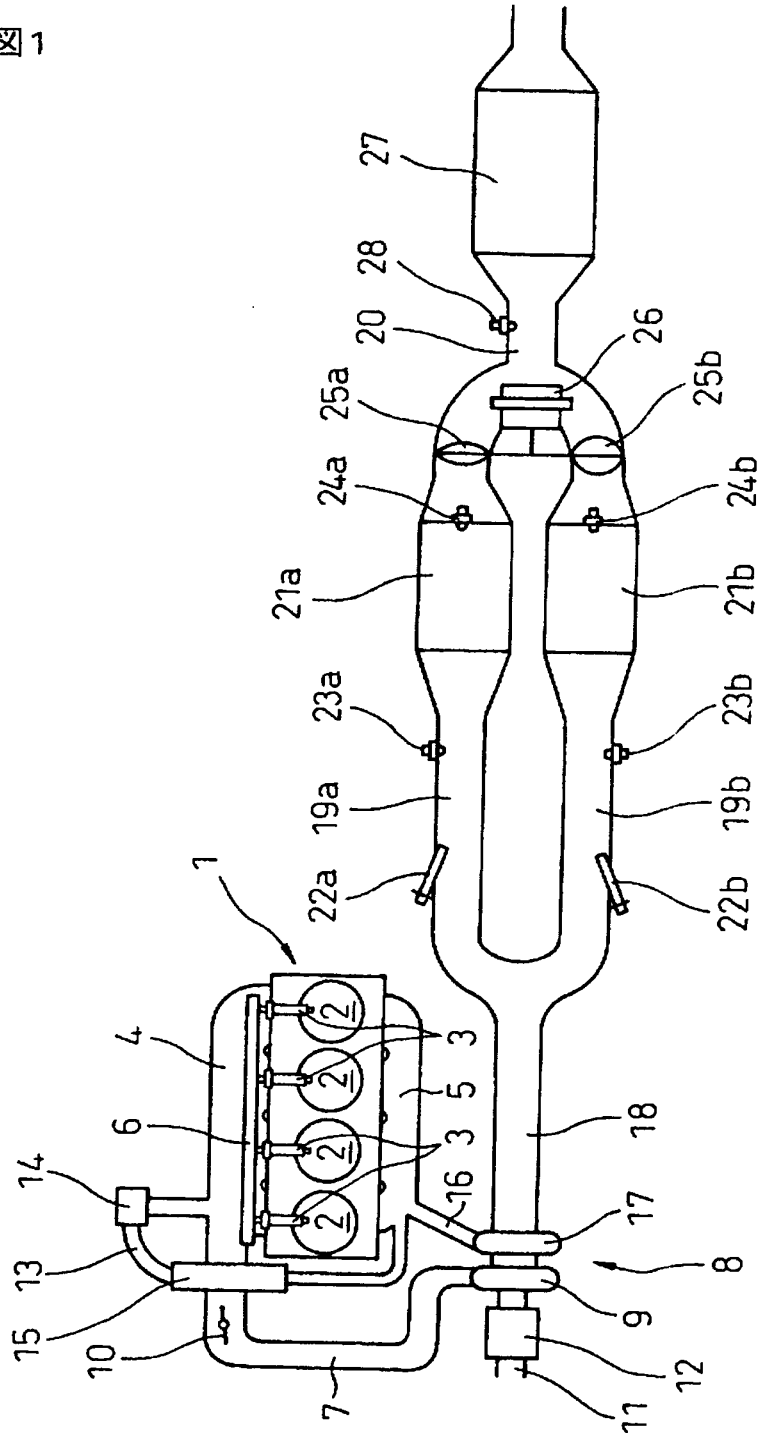
- 1 …機関本体
- 2 …燃焼室
- 19 a …第 1 の排気枝管
- 19 b …第 2 の排気枝管
- 20 …共通排気管
- 21 a …第 1 の NO_x 触媒
- 21 b …第 2 の NO_x 触媒
- 22 a …第 1 の燃料添加装置
- 22 b …第 2 の燃料添加装置
- 25 a …第 1 の切換弁
- 25 b …第 2 の切換弁
- 27 …パティキュレートフィルタ

【書類名】

図面

【図1】

図1

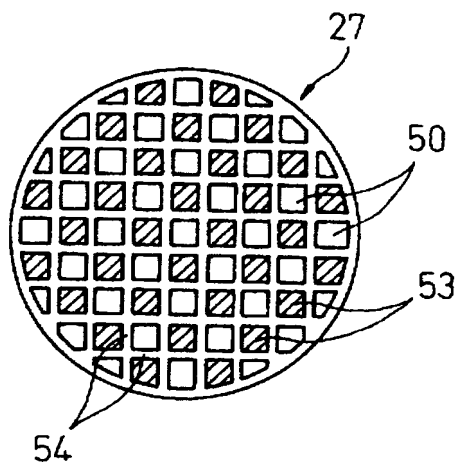


19a, 19b...排気枝管
20...共通排気管
21a, 21b...NO_x触媒
22a, 22b...燃料添加装置
25a, 25b...切換弁
27...バッキュレートフィルタ

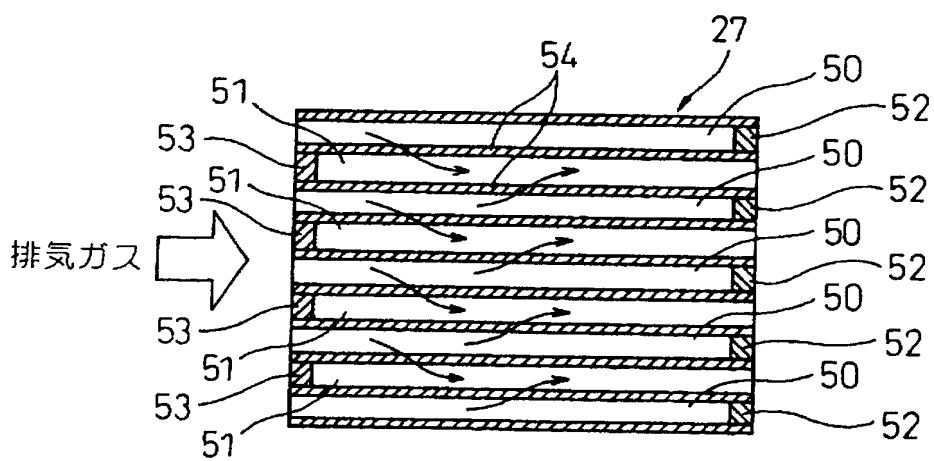
【図 2】

図 2

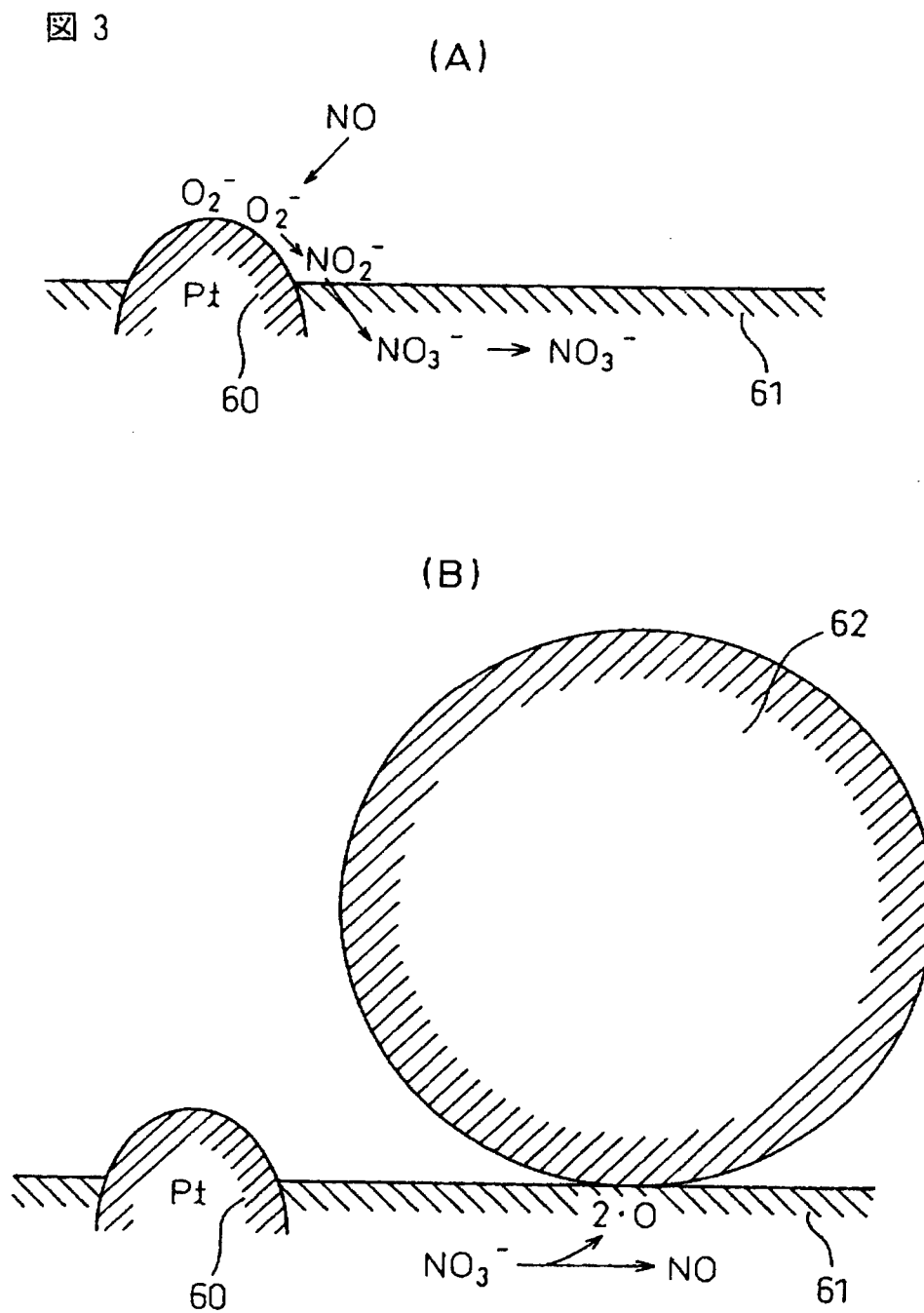
(A)



(B)

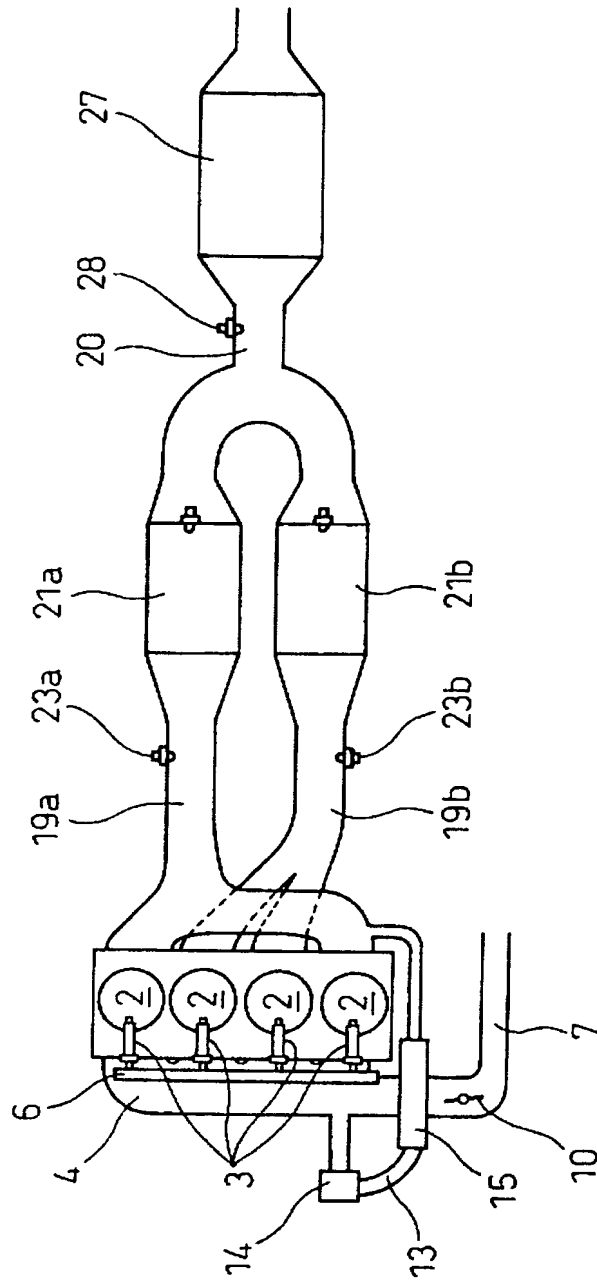


【図 3】



【図 4】

図 4



19a, 19b...排気枝管
20...共通排気管
21a, 21b...NO_x触媒
27...パテイクコロレートフィルタ

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 内燃機関の燃焼室から排出される排気ガス中のできるだけ多くの種類の成分を高い浄化率でもって浄化することができる排気ガスを提供する。

【解決手段】 2つの排気枝通路 19 a、19 b に分岐した後にこれら排気枝通路が下流側において共通の排気通路 20 へと合流するようになっている排気通路と、各排気枝通路内に配置される NO_x 触媒 21 a、21 b と、排気枝通路の合流部下流の共通の排気通路内に配置されるパーティキュレートフィルタ 27 と、各排気枝通路内を流れる排気ガスの量を調整するための流量調整弁 25 a、25 b とを具備する。 NO_x 触媒がそこに流入する排気ガスの空燃比がリーンであるときには排気ガス中の NO_x を保持し、そこに流入する排気ガスの空燃比がリッチとなると保持している NO_x を還元剤によって還元浄化する。パーティキュレートフィルタが排気ガス中の微粒子を捕集し且つ捕集された微粒子を酸化除去する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 3 2 0 7]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 7 日
[変更理由]	新規登録
住 所	愛知県豊田市トヨタ町 1 番地
氏 名	トヨタ自動車株式会社